

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **01274020 A**(43) Date of publication of application: **01.11.89**

(51) Int. Cl.

G01J 1/42**G03F 7/20****H01L 21/30****H01L 21/30**(21) Application number: **63102680**(22) Date of filing: **27.04.88**(71) Applicant: **NIKON CORP**(72) Inventor: **TANIMOTO SHOICHI
SUZUKI KAZUAKI**(54) **LIGHT QUANTITY ADJUSTOR**

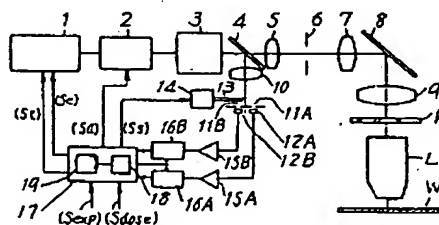
of the irradiation light.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

PURPOSE: To enable detection of illuminance of irradiation light at a high accuracy, by arranging a plurality of detectors and a selection means to select any one of detectors according to the illuminance of the irradiation light.

CONSTITUTION: An exposure control section 17 is provided with a selection means 18 which judges an illuminance level of irradiation light from a target value set to select any one detector. When the illuminance is below a fixed level, an output signal is employed from a detector 12B of a pinhole 11B with a larger diameter while an output signal is employed from a detector 12A of a pinhole with a small diameter. Moreover, when the illuminance of the irradiation light exceeds the fixed level enough to bring a danger of damaging a light receiving surface of the detector 12B, a shutter output Ss is outputted to a shutter driving section 14 for a shutter 13 to intercept an incident light alone into the detector 12B. The control section 17 corrects 19 an output signal from the detector selected according the sensitivity thereof thereby detecting a value corresponding to a cumulative quantity



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-274020

⑪ Int. Cl.

G 01 J 1/42
G 03 F 7/20
H 01 L 21/30

識別記号

3 0 1
3 1 1

庁内整理番号

J-7706-2G
Z-6906-2H
G-7376-5F
S-7376-5F
L-7376-5F

⑬ 公開 平成1年(1989)11月1日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 光量調整装置

⑮ 特 願 昭63-102680

⑯ 出 願 昭63(1988)4月27日

⑰ 発 明 者 谷 元 昭 一 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑱ 発 明 者 鈴木 一 明 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 出 願 人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 佐藤 正年

明 細 書

1. 発明の名称

光量調整装置

2. 特許請求の範囲

光源からの照射光の照度を検出する照度検出手段を有し、該照度検出手段の出力信号に基づいて前記照射光の積算光量に対応した値を検知し、該積算光量を予め設定された目標値に調整する光量調整装置において、入射する照射光の照度と出力信号の比が異なる複数の照度検出手段と、前記照射光の照度に応じて前記照度検出手段の何れか一つを選択する選択手段と、該選択された照度検出手段の予め測定されている照度と出力信号の比に応じて出力信号を補正する補正手段とを備え、該補正された出力信号に基づいて前記照射光の積算光量に対応した値を検知することを特徴とする光量調整装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は集積回路の製造に用いられるエキシマ

レーザ等を光源とする露光装置に好適な光量調整装置に関するものである。

〔従来の技術〕

エキシマレーザを光源とする遠紫外線(deep UV)領域の露光装置(ステッパ)は、0.5 μ m以下のパターンを形成するリソグラフィ工程の主力装置になる可能性が強いものとして注目されている。特に、波長248nmのKrFエキシマレーザを光源とし、縮小投影レンズにより1/10又は1/5にレチクルパターンを縮小投影するタイプの露光装置は実用化が早いものとして期待されている。

従来、かかる露光装置においてフォトリソ材料が塗布されたウエハ面上への照射光の適正な積算光量を確保するには、照明系の内部に照射光の照度を検出する照度検出手段を設け、該照度検出手段の出力信号に基づいて照射光の積算光量に対応した値を検知し、予め設定された目標値に積算光量を調整することが行なわれている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、上記のような遠紫外線領域でのリソ

グラフィック工程で用いられるフォトレジスト材料は、種類によって感度がかなり異なっており、適正露光量の範囲は $10\text{mJ}/\text{cm}^2$ 程度から $0.5\text{J}/\text{cm}^2$ 程度までと非常に広がっている。一方、エキシマレーザの出力はパルス状で、そのパルスエネルギーはパルス毎にかなりバラツキがあり、比較的均一なレーザでもバラツキの範囲が $\pm 5\%$ 程度はある。このため、パルス毎のエネルギーのバラツキの影響により積算露光量の精度が劣化するのを防ぐために、フォトレジスト材料の感度が高い場合でも、一定以上のパルス数（例えば100パルス）を照射して、1パルス当りのエネルギーを低く設定することが行われる。

しかし、現在のところ1〜2桁以上も異なるような広い範囲の照度を精密に検出できるような照度検出手段を製造することは困難であり、1パルス当りのエネルギーを大幅に減少させた場合には、パルス光の照度を検出する出力信号が非常に小さな値となり、出力信号に対する相対的な検出誤差が増大してしまうということが問題とな

る。何か1つを選択する選択手段を備えているので、照射光の照度に見合った照度検出手段によって、高い精度で照射光の照度を検出することができる。即ち、フォトレジスト材料の感度が低く、1パルス当りのエネルギーを大きく設定する場合には、入射光の照度に対する出力信号の比が小さい（感度の低い）照度検出手段を用い、逆にフォトレジスト材料の感度が高く、1パルス当りのエネルギーを小さくする必要がある場合は、入射光の照度に対する出力信号の比が大きい（感度の高い）照度検出手段を用いることにより、何れの場合も検出された照度の相対的な検出誤差が非常に小さい値となる。

そして、本発明においては、前記複数の照度検出手段の入射する照射光の照度と出力信号の比が予め測定されており、照度測定に用いられた照度検出手段の出力信号は、この値に応じて補正手段によって補正される。この補正された出力信号に基づいて演算することにより、照射光の積算光量に対応する値を非常に正確に検知することがで

る。

この発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、フォトレジスト材料の感度が大幅に異なる場合でも、設定された目標値に対して照射光の積算光量を精度良く調整することのできる光量調整装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

この発明においては、入射する照射光の照度と出力信号の比が異なる複数の照度検出手段と、照射光の照度に応じて前記照度検出手段の何れか1つを選択する選択手段と、該選択された照度検出手段の予め測定されている照度と出力信号の比に応じて出力信号を補正する補正手段とを備え、該補正された出力信号に基づいて前記照射光の積算光量に対応した値を検知することにより、上記の課題を達成している。

【作用】

本発明においては、入射する光の照度と出力信号の比（即ち感度）が異なる複数の照度検出手段と、照射光の照度に応じて前記照度検出手段の何

れか1つを選択する選択手段を備えているので、照射光の照度に見合った照度検出手段によって、高い精度で照射光の照度を検出することができる。

【実施例】

第1図は本発明の実施例を示す構成図である。レーザビームは後述する露光制御部17からの信号により、エキシマレーザ光源1から所定のパルスエネルギーで発振され、まず可変アテニュエータ2に入る。この可変アテニュエータ2は、交換可能に備えられた透過率の異なる複数の薄膜を蒸着したフィルターや金属メッシュフィルター等からなり、後述する露光制御部17からの信号によって予め減衰率が所定の値に設定されている。ビームは該可変アテニュエータ2を通過して減衰された後、続いてフライアイレンズやスベックル低減光学系等で構成されるビーム強度一様化光学系3に入射し、ここでビーム断面における強度の均一化が図られる。

その後、ビームはビームスプリッター4に入り、一部が反射され、残りはビームスプリッター4を透過し、透過したビームはレンズ5により可

変ブラインド6上に強度の一樣なビームとして照射される。可変ブラインド6は所定の大きさの開口部を有しており、この開口部の像は第1コンデンサーレンズ7、反射ミラー8、及び第2コンデンサーレンズ9を介してレチクルR上に集光される。これにより、レチクルRの下面に形成された所定のパターンが投影レンズLによりウエハWの上面にあるフォトレジスト材料上に投影結像される。

一方、ビームスプリッター4で反射されたビームはレンズ5と同等なレンズ10により、可変ブラインド6と光学的に等価な位置(共役位置)に強度の一樣な光分布を形成する。そして、この位置には複数の照度検出手段として、径の異なるピンホール11Aと11Bが穿設された遮蔽板を受光面に備えた検知器12Aと12Bが配置されており、ピンホール11Aの方がピンホール11Bより径が小さくなっている。ピンホール11A、11Bが穿設されている面の照度は同一であるから、検知器12A、12Bの出力信号をノイズ等

大きい検知器12Bの出力信号を採用し、逆に照度が一定レベル以上の場合にはピンホール径の小さい検知器12Aの出力信号を採用する。さらに、本実施例においては照射光の照度が一定レベル以上となり、検出器12Bの受光面が損傷を受ける危険性がある場合には検出器12Bへの入射光のみを遮断するシャッター13を駆動するシャッター駆動部14にシャッター信号 S_s を出力するようになっている。

また、かかる露光制御手段17は前記選択された検知器からの出力信号を該検知器の感度に応じて補正する補正手段19を備えており、この補正された出力信号に基づいて演算することにより、照射光の積算光量に対応する値が検知される。即ち、ウエハ上に照射される照射光の積算光量が正確に検知され、この検知された値と予め設定された目標値が一致した際に露光制御部17から停止信号 S_e が出力され、エキシマレーザ光源1の発振が停止される。このようにして、ウエハ上に照射される照射光の積算光量は極めて正確に目標値

の検出誤差を除いて比較すると、後述するように検知器12Bの方が検知器12Aよりも定数倍だけ出力信号の値が大きくなる。検知器12A、12Bからの出力信号はそれぞれアンプ15A、15Bで電流/電圧変換され、さらに増幅されてサンプルホールド回路16A、16Bによりパルス波形のピークがホールドされて露光制御部17に入力される。

ここで、この露光制御部17の動作について説明する。露光を開始する際には、かかる露光制御部17に外部から積算露光量の目標値に関する指令信号 S_{dose} と露光開始信号 S_{exp} が入力され、それによりエキシマレーザ光源1に発光トリガ信号 S_t が出力されるとともに、目標値に応じて可変アテニエータ2が所定の減衰率を有するよう減衰指令信号 S_a が出力される。

また、この露光制御部17は設定された目標値から照射光の照度レベルを判断して、何れか1つの検出器を選択する選択手段18を備えており、照度が一定レベル以下の場合にはピンホール径の

に調整される。

第2図はピンホール穿設面での光の真の照度(レチクルR及びウエハW上の照度に比例する)と検出器の出力信号の関係を示すグラフであり、直線20A、20Bの傾きはそれぞれ真の照度(横軸I)と検知器12A、検知器12Bの出力信号(縦軸e)の比を示している。ここで、ピンホール11Aと11Bの開口面積をそれぞれ A_s 、 B_s とすると、2つの検知器12A、12Bの同じ照度Iに対する出力信号の大きさは検知器及び回路系の飽和がなければ B_s/A_s 倍だけ検知器12Bの方が大きくなり、即ち、直線20Bの傾きは直線20Aの傾きより B_s/A_s 倍だけ大きくなる。この B_s/A_s の値は予め同一の照度において検知器12Aと12Bの出力を精密に繰返し測定し、割算して平均することにより得られており、露光制御部17に記憶されている。

また、eは検知器や回路系のノイズや電流/電圧変換の量子化誤差等による照度の検出誤差を示しているが、この値は図に明らかなように照度I

の大きさにはほとんど依存していない。従って照度が大きい時には相対的な検出誤差は小さな値となるが、照度が小さくなる程相対誤差が増大してしまう。例えば直線20Aに示される出力特性を有する検知器11Aの出力信号の相対誤差は、照度1より1の方がずっと大きい。ところが、ここで照度1の時に直線20Bに示される出力特性を有する検知器11Bを用いれば、出力信号の値はeAからeBとなり大きくなり、それぞれの検出誤差はほぼ同一の値eであるので検出器12Aを用いる場合に比較して相対誤差が非常に小さくなる。

本実施例においては、照射光の照度に応じて、照度が検知器12Bが飽和する1sより小さい場合には検知器12Bからの出力信号を採用し、照度が1sより大きくなる場合には照射光による検知器12B受光面の損傷を防ぐために、シャッター13を閉じて検知器12Aからの出力信号を用いるようにしているので、照射光の照度のレベルによらず正確に照度を検出することができる。

と感度が変化する可能性があるが、定期的に前記基準検知器のシャッターを開け、常時照度を検出している検知器の感度を校正することができる。このようにすれば常に安定した照度モニターが行なえて好ましい。

また、本発明にかかる感度の異なる複数の照度検出手段は光量調整に用いる以外にも、例えばウエハを載置するステージ上に設置すれば、照射光の照度が広い範囲に渡って変わっても常に精度良く照度の検出ができ、より正確に積算光量を調整するのに有効である。さらに、照度検出手段からの出力信号は、そのまま積算し、感度変更に伴う補正はその積算光量値に対して行なっても同様の効果が得られる。

〔発明の効果〕

以上のように本発明によれば、照射光の照度に応じて、入射光の照度と出力信号の比が異なる複数の照度検出手段の何れか1つを選択的に用いることによって、照射光の照度レベルが広い範囲で変化する場合でも、照度を正確に検出することが

なお、以上の実施例においては照度検出手段として、2つの検知器を配置したが、照度検出手段の数は3系統以上であってもよいことは言うまでもなく、照射光の照度が大幅に異なるレベルで設定されるような場合は、多数の照度検出手段を配置した方がより正確に露光量を調整することができる。また本実施例においては、検知器12A、12Bのディテクタは同一のものとして、照度検出手段の出力特性を異ならせるために径の異なったピンホールが穿設された遮蔽板を用いたが、これに限らず、元来感度の異なる検知器を組み合わせて用いても良い。

なお、本実施例において検知器12Bの損傷を防ぐために用いられているシャッター13は検知器12Bの損傷を防ぐ以外に次のように用いることができる。即ち、検知器を3個以上設け、1個の検知器は基準検知器とし、通常の動作時にはシャッターで遮蔽して受光しないようにしておき、他の検知器を用いて照度を検出する。この際、遠紫外線光に対して長期間検知器がさらされている

でき、照射光の積算光量に対応した値を極めて正確に検出することができる。これにより、積算光量を予め設定された目標値に非常に精度良く調整することができる。即ち、本発明にかかる光量調整装置を用いれば、フォトレジスト材料の感度が大幅に異なる場合でも、積算光量をそれぞれのフォトレジスト材料に最適値に調整することができ、増々高集積化が進む集積回路の製造に極めて有益である。

4. 図面の簡単な説明

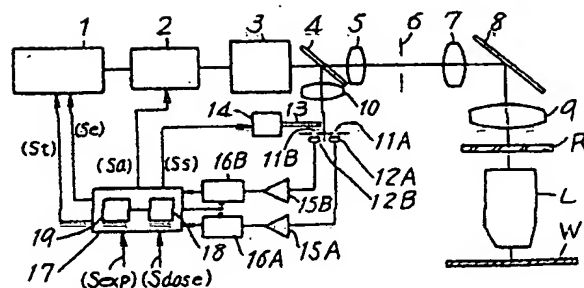
第1図は本発明の実施例の構成図、第2図は本発明の実施例における照度と照度検出手段の出力信号の関係を示すグラフである。

〔主要部分の符号の説明〕

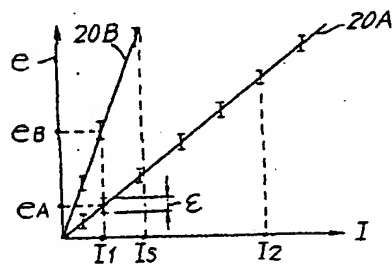
- 1 … エキシマレーザ
- 2 … 可変アテニュエータ
- 3 … ビーム強度一様化光学系
- R … レチクル
- L … 投影レンズ
- W … ウエハ

- 1 2 A', 1 2 B ... 検知器
 1 1 A, 1 1 B ... ビンホール
 1 7 ... 露光制御部
 1 8 ... 選択手段
 1 9 ... 補正手段

代理人 弁理士 佐 藤 正 年



第 1 図



第 2 図